

Rotation angle sensor to detect degree of opening of throttle valve of acceleration device in motor vehicle; has two yokes rotatable about magnet and signal generator detects magnetic flux density through yokes

Patent number: DE19944019

Also published

Publication date: 2000-03-23

US62750

Inventor: KOGURE YOSHIHIRO (JP); NAKAZAWA HIROTSGU (JP)

JP20000

Applicant: ATSUGI UNISIA CORP (JP)

Classification:

- international: G01B7/30; G01B101/10

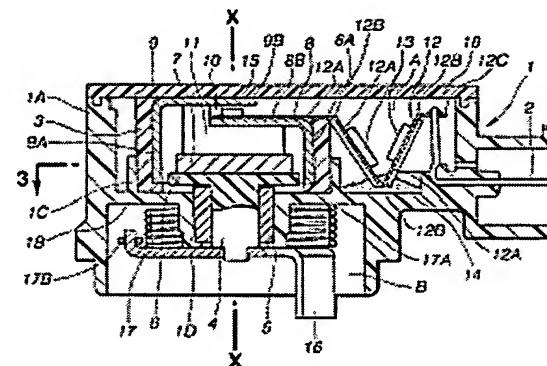
- european: G01B7/30; G01D5/14B1

Application number: DE19991044019 19990914

Priority number(s): JP19980283304 19980919

Abstract of DE19944019

A first yoke (8) arranged a rotatable around magnet (7) has a pole section radially opposite the magnet and an overhang section extending radially inwards. A second yoke (9) surrounds the magnet and co-operates with the magnet and the first yoke to form a magnetic loop. A signal generator (15) between the two overhang sections is responsive to rotation of the magnet relative to the yokes and detects the magnetic flux density through the yokes. The pole section of the second yoke is diametrically opposite that of the first yoke. The overhang section of the second yoke is opposite that of the first. The signal generator generates an output signal indicative of the flux density.



THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 199 44 019 A 1**

(51) Int. Cl.⁷:
G 01 B 7/30
// G01B 101:10

(30) Unionspriorität:
10-283304 19. 09. 1998 JP

(71) Anmelder:
Unisia Jecs Corp., Atsugi, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
Schoppe & Zimmermann, 81479 München

(72) Erfinder:
Kogure, Yoshihiro, Atsugi, Kanagawa, JP;
Nakazawa, Hirotugu, Atsugi, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Drehwinkelsensor

(57) Ein Drehwinkelsensor umfaßt einen Magneten, der um eine Achse drehbar ist, ein erstes und ein zweites Joch, die um den Magneten angeordnet sind und einander diametral gegenüberliegen, und ein Hall-Effekt-Element, das zwischen dem ersten und dem zweiten Joch angeordnet ist. Die Jocher umfassen bogenförmig gekrümmte Polstückabschnitte, die dem Magneten radial gegenüberliegen, und Überhangabschnitte, die sich von den Polstückabschnitten über die Achse des Magneten jeweils gewinkelt nach innen erstrecken. Die Überhangabschnitte sind allgemein sektorförmig und wirken zusammen, um einen Zwischenraum zwischen denselben zu definieren, in dem das Hall-Effekt-Element angeordnet ist. Leckfluß-Reduzierungsbauglieder erstrecken sich umfangsmäßig zwischen den Polstückabschnitten.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Drehwinkelsensoren zum Erfassen eines Drehwinkels eines drehbaren Bauglieds und spezieller auf einen Drehwinkelsensor zum Erfassen eines Öffnungsgrads eines Drosselventils oder einer Beschleunigungsvorrichtung, die in einem Kraftfahrzeugmotor verwendet ist.

Drehwinkelsensoren werden allgemein zum Bestimmen eines Öffnungsgrads eines Drosselventils oder einer Beschleunigungsvorrichtung von Kraftfahrzeugmotoren verwendet. Das herkömmliche Verfahren zum Bestimmen des Öffnungsgrads des Drosselventils durch die Verwendung der Drehwinkelsensoren wird nachfolgend erklärt.

Kraftfahrzeugmotoren mit einem elektronisch gesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem umfassen allgemein ein Drosselventil, das in einen Luftansaugkanal eingebaut ist. Ein Drehwinkelsensor ist vorgesehen, um einen Öffnungsgrad des Drosselventils zu erfassen. Ein elektrisches Signal, das von dem Drehwinkelsensor erzeugt wird, wird zu einer Steuereinheit übertragen und als ein Ausgangssignal, das einen Ansaugluftfluß anzeigt, verarbeitet. Die Steuereinheit berechnet eine Kraftstoffeinspritzmenge, die von dem Ansaugluftfluß abhängt. Als herkömmlich vorgeschlagene Drehwinkelsensoren für Kraftfahrzeugmotoren sind solche eines berührungslosen Typs unter Verwendung eines Magneten und eines Jochs um den Magneten bekannt.

Das US-Patent 5.811.968 offenbart einen Drehwinkelsensor, der einen Magneten aufweist, der an einer drehbaren Welle eines Drosselventils angebracht ist. Ein Öffnungsgrad des Drosselventils variiert abhängig von der Drehung der Welle. Zumindest drei Joche umgeben den Magneten. Eine Mehrzahl von Hall-Effekt-Elementen ist zwischen den Jochen angeordnet. Der Magnet und die Joche wirken zusammen, um eine Mehrzahl von Magnetkreisen zu bilden. Jedes der Hall-Effekt-Elemente ist in einen jeweiligen Magnetkreis eingebaut. Die Mehrzahl von Hall-Effekt-Elementen erfäßt magnetische Flußdichten in der Mehrzahl von Magnetkreisen und erzeugt Ausgangssignale, die die erfäßten magnetischen Flußdichten anzeigen. Ein Drehwinkel der Welle des Drosselventils, d. h. ein Öffnungsgrad des Drosselventils, wird durch die Verwendung der Ausgangssignale, die von den Hall-Effekt-Elementen erzeugt werden, bestimmt.

Mehrere Joche, beispielsweise die drei oder mehr Joche, die bei dem oben beschriebenen herkömmlichen Drehwinkelsensor verwendet sind, besitzen eine komplizierte Konfiguration, da diese Joche mehrere gebogene oder ausgeschnittene Abschnitte aufweisen. Ein magnetischer Fluß, der durch den Magneten erzeugt wird, tendiert dazu, durch die gebogenen oder ausgeschnittenen Abschnitte der Joche zu entweichen, wenn der magnetische Fluß in den Jochen verläuft. Wenn die mehreren Joche entlang im wesentlichen dem gesamten Umfang des Magneten angeordnet sind, wobei ein geringer Abstand zwischen jeweils zwei benachbarten der mehreren Joche vorliegt, tritt überdies ein umfangmäßiger Leckfluß zwischen den benachbarten Jochen auf. Dies beeinträchtigt die Erfassungsergebnisse der magnetischen Flußdichten durch die Hall-Effekt-Elemente negativ, und hat daher ein ungenaues Ausgangssignal von denselben zur Folge. Ferner führt die Anordnung mehrerer Joche in einem Gehäuse dazu, daß die Größe des Drehwinkelsensors als Ganzes, die Anzahl der Komponenten und die Herstellungskosten erhöht sind.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Drehwinkelsensor zum Erfassen eines Drehwinkels eines drehbaren Bauglieds zu schaffen, der in der Lage ist, den Drehwinkel mit einer erhöhten Genauigkeit zu bestim-

men, wobei derselbe einen einfachen Aufbau, eine reduzierte Anzahl von Teilen und eine reduzierte Gesamtgröße aufweist.

Diese Aufgabe wird durch einen Drehwinkelsensor nach Anspruch 1 und einen Drehwinkelsensor nach Anspruch 13 gelöst.

Die vorliegende Erfindung schafft gemäß einem Aspekt einen Drehwinkelsensor mit folgenden Merkmalen:

einem Magneten mit einer Achse, der um die Achse drehbar ist;

einem ersten Joch, das um den Magneten angeordnet ist, wobei das erste Joch einen ersten Polstückabschnitt, der dem Magneten radial gegenüberliegt, und einen ersten Überhangabschnitt aufweist, der sich von dem ersten Polstückabschnitt über die Achse des Magneten radial nach innen erstreckt;

einem zweiten Joch, das um den Magneten angeordnet ist, wobei das zweite Joch mit dem Magneten und dem ersten Joch zusammenwirkt, um einen Magnetkreis zu bilden, wobei das zweite Joch einen zweiten Polstückabschnitt, der dem Magneten radial gegenüberliegt und dem ersten Polstückabschnitt diametral gegenüberliegt, und einen zweiten Überhangabschnitt aufweist, der sich von dem zweiten Polstückabschnitt über die Achse des Magneten radial nach innen erstreckt, wobei der zweite Überhangabschnitt in einer Richtung der Achse des Magneten dem ersten Überhangabschnitt gegenüberliegt; und

eine Signalerzeugungsvorrichtung, die ansprechend auf eine Drehung des Magneten relativ zu dem ersten und dem zweiten Joch wirksam ist, um eine Dichte des Magnetflusses, der durch den Magneten erzeugt und das erste und das zweite Joch durchläuft, zu erfassen und ein Ausgangssignal zu erzeugen, das die erfäßte Magnetflußdichte anzeigt, wobei die Signalerzeugungsvorrichtung zwischen dem ersten und dem zweiten Überhangabschnitt angeordnet ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung einen Drehwinkelsensor mit folgenden Merkmalen:

einem Magneten mit einer Achse, der um die Achse drehbar ist;

einem ersten Joch, das um den Magneten angeordnet ist, wobei das erste Joch einen ersten Polstückabschnitt, der dem Magneten radial gegenüberliegt, und einen ersten Überhangabschnitt aufweist, der sich von dem ersten Polstückabschnitt über die Achse des Magneten radial nach innen erstreckt;

einem zweiten Joch, das um den Magneten angeordnet ist, wobei das zweite Joch einen zweiten Polstückabschnitt, der dem Magneten radial gegenüberliegt und der dem ersten Polstückabschnitt diametral gegenüberliegt, und einen zweiten Überhangabschnitt aufweist, der sich von dem zweiten Polstückabschnitt über die Achse des Magneten radial nach innen erstreckt, wobei der zweite Überhangabschnitt dem ersten Überhangabschnitt in einer Richtung der Achse des Magneten gegenüberliegt;

einer Signalerzeugungsvorrichtung, die ansprechend auf eine Drehung des Magneten relativ zu dem ersten und dem zweiten Joch wirksam ist, um eine Dichte des Magnetflusses, der durch den Magneten erzeugt wird und das erste und das zweite Joch durchläuft, zu erfassen und ein Ausgangssignal zu erzeugen, das die erfäßte Dichte des Magnetflusses anzeigt, wobei die Signalerzeugungsvorrichtung zwischen dem ersten und dem zweiten Überhangabschnitt angeordnet ist; und

Leckfluß-Reduzierungsbauglieder, die konfiguriert sind, um einen umfangmäßigen Leckfluß zwischen dem ersten und dem zweiten Polstückabschnitt zu reduzieren.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Er-

findung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen vertikalen Schnitt eines ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Draufsicht des ersten Ausführungsbeispiels, wobei eine Abdeckung teilweise entfernt ist;

Fig. 3 einen Querschnitt entlang der Linie 3-3 in **Fig. 1**, der einen Magneten und ein erstes und ein zweites Joch zeigt;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht des ersten Ausführungsbeispiels, die den Magneten, das erste und das zweite Joch und ein Hall-Effekt-Element zeigt;

Fig. 5 eine Draufsicht des ersten Ausführungsbeispiels, die den Magneten, das erste und das zweite Joch und das Hall-Effekt-Element zeigt;

Fig. 6 ein schematisches Diagramm, das Stellungen des Magneten relativ zu dem ersten und dem zweiten Joch zeigt;

Fig. 7 eine Beziehung zwischen einem Drehwinkel eines Magneten und einem Ausgangssignal, das von einem Hall-Effekt-Element erzeugt wird;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht ähnlich der von **Fig. 4**, die jedoch ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Drehwinkelsensors zeigt; und

Fig. 9 eine Draufsicht ähnlich der von **Fig. 5**, die jedoch das zweite Ausführungsbeispiel des Drehwinkelsensors zeigt.

Bezugnehmend auf die **Fig. 1** bis **7** wird nun ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung erklärt. Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, weist der Drehwinkelsensor ein Gehäuse **1** auf. Das Gehäuse **1** umfasst einen allgemein zylindrischen Körperabschnitt **1A** und eine Zwischenwand **18**, die sich von einem axialen mittleren Teil des zylindrischen Körperabschnitts **1A** radial nach innen erstreckt. Die Zwischenwand **18** wirkt mit einer Abdeckung **18**, die nachfolgend beschrieben wird, zusammen, um eine Aufnahmekammer **A** in dem zylindrischen Körperabschnitt **1A** zu definieren. Die Abdeckung **18** schließt ein offenes Ende des zylindrischen Körperabschnitts **1A**, wodurch verhindert wird, daß Staub in die Aufnahmekammer **A** eindringt. In der Aufnahmekammer **A** sind eine Jochzurückhalteeinrichtung **3**, ein Magnet **7**, ein erstes und ein zweites Joch **8** und **9** und weitere Komponenten enthalten, wie später detailliert erklärt wird. Eine zylindrische Positionierungswand **1C** erstreckt sich von der Zwischenwand **1B** bei einer Betrachtung gemäß **Fig. 1** axial nach oben. Die Positionierungswand **1C** ist vorgesehen, um die Jochzurückhaltevorrichtung **3** in der Aufnahmekammer **A** zu positionieren. Ein zylindrischer Vorsprungabschnitt **1D** erstreckt sich bei der Betrachtung gemäß **Fig. 1** von der Zwischenwand **1B** axial nach unten. Der Vorsprungabschnitt **1D** definiert eine röhrenförmige Bohrung, die mit der Aufnahmekammer **A** kommuniziert. Der Vorsprungabschnitt **1D** und der zylindrische Körperabschnitt **1A** wirken zusammen, um eine Federkammer **B**, die sich radial zwischen denselben erstreckt, und unter der Zwischenwand **1B** angeordnet ist, zu bilden. Die Federkammer **B** ist vorgesehen, um eine Rückbringfeder **17**, die später beschrieben wird, einzubauen. Ein Paar von Verbinderabschnitten **1E**, **1E** erstrecken sich von einem äußeren Umfang des zylindrischen Körperabschnitts **1A** radial nach außen, wie in den **Fig. 1** und **2** zu sehen ist. Eine Mehrzahl von Anschlußstiften **2**, von denen in **Fig. 1** der Klarheit halber nur einer gezeigt ist, erstrecken sich von den Verbinderabschnitten **1E** in die Aufnahmekammer **A**. Die Anschlußstifte **2** sind in den zylindrischen Körperabschnitt **1A** des Gehäuses **1** eingebettet.

Die Jochzurückhaltevorrichtung **3** ist auf der Zwischen-

wand **18** angeordnet und in Berührung mit der Positionierungswand **1C** des Gehäuses **1** gebracht. Die Jochzurückhaltevorrichtung **3** besitzt eine im allgemeinen zylindrische Form und besteht aus einem Harzmaterial. Die Jochzurückhaltevorrichtung **3** berührt an einem unteren Ende derselben eine obere Oberfläche der Zwischenwand **1B** und an einem oberen Ende derselben eine rückseitige Oberfläche der Abdeckung **18**. Die Jochzurückhaltevorrichtung **3** ist folglich fest zwischen der Zwischenwand **1B** und der Abdeckung **18** gehalten. Die Jochzurückhaltevorrichtung **3** ist beispielsweise unter Verwendung eines Harzgußverfahrens konfiguriert, um das erste und das zweite Joch **8** und **9** zu halten. Die Jochzurückhaltevorrichtung **3** mit dem ersten und dem zweiten Joch **8** und **9** ist lösbar auf die Positionierungswand **1C** des Gehäuses **1** aufgesetzt und in der Aufnahmekammer **A** des Gehäuses **1** an Position gehalten. Die Jochzurückhaltevorrichtung **3** sorgt somit für die Positionierung des ersten und des zweiten Jochs **8** und **9** relativ zu den Magneten **7** in der Aufnahmekammer **A**.

Der Magnet **7** ist durch ein Lager **5** drehbar an einer Welle befestigt, die in die röhrenförmige Bohrung des Vorsprungabschnitts **1D** des Gehäuses aufgenommen ist. Der Magnet **7**, der eine Achse X-X aufweist, ist koaxial zu der Welle **4** angeordnet. Der Magnet **7** dreht sich zusammen mit der Welle **4** bei einer Drehung der Welle **4** um die Achse X-X. Die Welle **4** besitzt einen Endabschnitt, der von dem Vorsprungabschnitt **1D** in die Aufnahmekammer **A** axial nach oben vorsteht und mit einer Drehplatte **6** ausgebildet ist, die in **Fig. 1** gezeigt ist. Die Drehplatte **6** ist einteilig mit der Welle **4** ausgebildet und ist allgemein scheibensförmig. Der Magnet **7** ist durch ein Haftmittel oder dergleichen auf der Drehplatte **6** befestigt. Die Welle **4** besitzt einen gegenüberliegenden Endabschnitt, der von dem Vorsprungabschnitt **1D** axial nach unten vorsteht und mit einer Hebelbefestigung, auf der ein Hebel **16** angebracht ist, ausgebildet ist. Der Hebel **16** besitzt einen mittleren Abschnitt, der auf die Hebelbefestigung der Welle **4** versteckt ist, und einen entfernten Endabschnitt, der mit einem Hebel eines Drosselventils (nicht gezeigt) verbunden ist. Der Hebel **16** dreht die Welle **4** auf eine Öffnungs- und Schließ-Operation des Drosselventils hin. Eine Drehung des Hebels **16** ist durch einen Ausschnitt (nicht gezeigt), der in einer Wand des zylindrischen Körperabschnitts **1A** gebildet ist, begrenzt. Der Ausschnitt kann sich umfangsmäßig in einem Winkel von nähungsweise 100° um die Drehachse der Welle **4** erstrecken. Der Hebel **16** ist stets durch die Zurückbringfeder **17**, die in der Federkammer **B** des Gehäuses **1** angeordnet ist, zu einer Anfangsstellung hin vorgespannt. Die Zurückbringfeder **17** weist die Form einer Spulenfeder auf, wobei ein Ende **17A** derselben an einer unteren Oberfläche des Zwischenwand **1B** befestigt ist, während ein entgegengesetztes Ende **17B** derselben mit dem Hebel **16** Eingriff nimmt. Die Vorspannkraft der Zurückbringfeder **17** wird durch den Hebel **16** stets auf die Welle **4** ausgeübt. Folglich wird der Magnet **7**, der an der Drehplatte **6** der Welle **4** angebracht ist, getrieben, um sich in eine Anfangsstellung M1, die in **Fig. 6** gezeigt ist, zu bewegen.

Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, besitzt der Magnet **7** in der Draufsicht eine allgemein elliptische Form. Der Magnet **7** besitzt die Form der allgemein elliptischen planaren Platte, die sich senkrecht zu der Achse X-X erstreckt. Der Magnet **7** umfaßt diametral gegenüberliegende und sich umfangsmäßig erstreckende konvexe Oberflächen **7A** und **7B** und parallele planare Oberflächen **7C** und **7D** zwischen den konvexen Oberflächen **7A** und **7B**. Der Magnet **7** besitzt einen magnetischen Nordpol und einen magnetischen Südpol in der Nähe der konvexen Oberflächen **7A** bzw. **7B**. Die konvexen Oberflächen **7A** und **7B** erstrecken sich in einem vorbe-

stimmten Winkel $\alpha 1$ um die Achse X-X. Der vorbestimmte Winkel $\alpha 1$ kann in einem Bereich von 70–120° liegen, und beträgt vorzugsweise 90°. Der Magnet 7 besteht aus einem Permanentmagnetmaterial mit einem maximalen Energieprodukt von nicht mehr als 20×10^6 Gauss-Oersted (Oe), beispielsweise einem Seltene-Erden-Verbund-Magneten Nd-Fe-Co, Sm-Co und dergleichen.

Das erste und das zweite Joch 8 und 9, die durch die Jochzurückhaltevorrichtung 3 gehalten werden, sind um den Magneten 7 angeordnet. Das erste und das zweite Joch 8 und 9 wirken zusammen, um einen magnetischen Weg zu definieren, um einen Magnetfluß, der durch den Magneten 7 erzeugt wird, zu einem Hall-Effekt-Element 15, das später beschrieben wird, zu bewirken.

Das erste Joch 8 ist konzentrisch zu dem Magneten 7 angeordnet und umfaßt einen ersten Polstückabschnitt 8A mit einer allgemein bogenförmigen Form, wie in Fig. 3 gezeigt ist. Der erste Polstückabschnitt 8A liegt dem Magneten 7 in radialer Richtung gegenüber, d. h. senkrecht zu der Achse X-X des Magneten 7. Der erste Polstückabschnitt 8A besitzt einen vorbestimmten Krümmungsradius bezüglich der Achse X-X des Magneten 7. Speziell umfaßt der erste Polstückabschnitt 8A eine konkave innere Oberfläche 8A1, die konzentrisch zu den konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 angeordnet ist. Die konkave innere Oberfläche 8A1 erstreckt sich in einem vorbestimmten Winkel $\alpha 2$ umfangsmäßig um die Achse X-X. Der vorbestimmte Winkel $\alpha 2$ der konkaven inneren Oberfläche 8A1 kann im wesentlichen gleich dem vorbestimmten Winkel $\alpha 1$ der konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 sein. Bei diesem Ausführungsbeispiel beträgt der vorbestimmte Winkel $\alpha 2$ näherungsweise 90°. Die konkave innere Oberfläche 8A1 wird in eine zu jeder der konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 gegenüberliegende Stellung gebracht, wenn sich der Magnet 7 um die Achse X-X dreht. Die konkave innere Oberfläche 8A1 ist von den konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 beabstandet, um einen vorbestimmten Zwischenraum zwischen denselben zu definieren. Der erste Polstückabschnitt 8A erstreckt sich entlang der Achse X-X des Magneten 7 zu der Abdeckung 18 hin. Das erste Joch 8 umfaßt ferner einen ersten Überhangabschnitt 8B, der sich von einem axialen Ende des ersten Polstückabschnitts 8A über die Achse X-X des Magneten 7 winkelig und radial nach innen erstreckt. Der erste Überhangabschnitt 8B ist von dem Magneten 7 beabstandet, um einen Zwischenraum zwischen denselben zu definieren. Der erste Überhangabschnitt 8B ist in eine planare Platte mit einer allgemeinen Sektorform, die in Fig. 4 gezeigt ist, ausgebildet. Wie in den Fig. 4 und 5 gezeigt ist, umfaßt der erste Überhangabschnitt 8B einen sektorförmigen Verbindungsabschnitt 8B1 und eine allgemein quadratische oder rechteckige Verlängerung 8B2, die mit dem sektorförmigen Verbindungsabschnitt 8B1 verbunden ist. Der sektorförmige Verbindungsabschnitt 8B1 besitzt einen äußeren gekrümmten Rand, der mit dem axialen Ende des ersten Polstückabschnitts 8A verbunden ist und besitzt einen Mittelpunkt P auf der Achse X-X des Magneten 7. Die Verlängerung 8B2 ist mit einem inneren Rand des sektorförmigen Verbindungsabschnitts 8B1 verbunden und erstreckt sich über die Achse X-X des Magneten 7. Die Verlängerung 8B2 besitzt eine vorbestimmte Oberflächen-Fläche.

Das zweite Joch 9 ist konzentrisch zu dem Magneten 7 angeordnet und besitzt eine Form, die ähnlich der des ersten Jochs 8 ist. Das zweite Joch 9 umfaßt einen zweiten allgemein bogenförmigen Polstückabschnitt 9A und einen zweiten allgemein sektorförmigen Überhangabschnitt 9B. Der zweite Polstückabschnitt 9A liegt dem Magneten 7 radial gegenüber und ist in einer diametral gegenüberliegenden

Beziehung zu dem ersten Polstückabschnitt 8A angeordnet. Der zweite Polstückabschnitt 9A umfaßt eine konkave innere Oberfläche 9A1, die konzentrisch zu den konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 angeordnet ist. Die konkave innere Oberfläche 9A1 erstreckt sich in einem vorbestimmten Winkel $\alpha 2$, d. h. näherungsweise 90° bei diesem Ausführungsbeispiel, umfangsmäßig um die Achse X-X des Magneten 7, ebenso wie die konkave innere Oberfläche 8A1 des ersten Polstückabschnitts 8A. Die konkave innere Oberfläche 9A1 wird in eine zu jeder der konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 gegenüberliegende Stellung gebracht, wenn sich der Magnet 7 um die Achse X-X dreht. Die konkave innere Oberfläche 9A1 ist von den konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 beabstandet, um einen vorbestimmten Zwischenraum zwischen denselben zu definieren. Der zweite Polstückabschnitt 9A erstreckt sich entlang der Achse X-X des Magneten 7 weiter zu der Abdeckung 18 hin als der erste Polstückabschnitt 8A, wie am besten in Fig. 1 zu sehen ist. Der zweite Überhangabschnitt 9B erstreckt sich von einem axialen Ende des zweiten Polstückabschnitts 9A über die Achse X-X des Magneten 7 winkelig und radial nach innen. Der zweite Überhangabschnitt 9B liegt dem ersten Überhangabschnitt 8B in der Richtung der Achse X-X des Magneten 7 gegenüber und ist von dem ersten Überhangabschnitt 8B beabstandet. Der zweite Überhangabschnitt 9B ist ähnlich konfiguriert wie der erste Überhangabschnitt 8B, einschließlich eines sektorförmigen Verbindungsabschnitts 9B1 und einer allgemein quadratischen oder rechteckigen Verlängerung 9B2. Der sektorförmige Verbindungsabschnitt 9B1 ist mit dem axialen Ende des zweiten Polstückabschnitts 9A verbunden. Die Verlängerung 9B2 ist mit einem inneren Rand des sektorförmigen Verbindungsabschnitts 9B1 verbunden und erstreckt sich über die Achse X-X des Magneten 7. Die Verlängerung 9B2 liegt der Verlängerung 8B2 des ersten Überhangabschnitts 8B in der Richtung der Achse X-X des Magneten 7 gegenüber und ist von der Verlängerung 8B2 beabstandet, um einen Zwischenraum 10 zwischen denselben zu definieren. Die Verlängerung 9B2 besitzt im wesentlichen die gleiche Oberflächen-Fläche wie die vorbestimmte Oberflächen-Fläche der Verlängerung 8B2 und ist bei einer Betrachtung in der Richtung der Achse X-X, wie sie in Fig. 5 gezeigt ist, mit der Verlängerung 8B2 ausgerichtet.

Das erste und das zweite Joch 8 und 9 wirken mit dem Magneten 7 zusammen, um einen Magnetkreis zu bilden. Das erste und das zweite Joch 8 und 9 bestehen aus einem magnetischen Material, das eine Koerzitivkraft von nicht mehr als einem Oersted (Oe) aufweist, beispielsweise einem elektromagnetischen Ferrit (SUYB, SUYP), einer Fe-Ni-Legierung und dergleichen.

Wiederum zurückkehrend zu Fig. 3 sind Leckfluß-Reduzierungsbauglieder 11, 11 zum Reduzieren eines umfangsmäßigen Leckflusses zwischen dem ersten und dem zweiten Polstückabschnitt 8A und 9A zwischen dem ersten und dem zweiten Polstückabschnitt 8A und 9A des ersten und des zweiten Jochs 8 und 9 angeordnet. Die Leckfluß-Reduzierungsbauglieder 11, 11 sind von dem Magneten 7 radial beabstandet und in einer diametral gegenüberliegenden Beziehung zueinander angeordnet. Jedes Leckfluß-Reduzierungsbauglied 11 erstreckt sich umfangsmäßig zwischen dem ersten und dem zweiten Polstückabschnitt 8A und 9A in einem vorbestimmten Winkel um die Achse X-X des Magneten 7. Der vorbestimmte Winkel $\alpha 3$ kann innerhalb eines Bereichs von 50–130° liegen, beispielsweise 90°. Vorzugsweise kann der vorbestimmte Winkel $\alpha 3$ im wesentlichen gleich dem vorbestimmten Winkel $\alpha 1$ der konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 sein. Das Leckfluß-Reduzierungsbauglied kann einstückig mit der Jochzurückhal-

tevorrichtung 3 ausgebildet sein und kann einen Teil derselben bilden. Das Leckfluß-Reduzierungsbauglied 11 definiert eine innere gekrümmte Oberfläche der Jochzurückhaltevorrichtung 3, die umfangsmäßig benachbart zu den konkaven inneren Oberflächen 8A1 und 9A1 der Polstückabschnitte 8A und 9A der Jochs 8 und 9 ist.

Das Hall-Effekt-Element 15 ist in dem Zwischenraum 10 zwischen den Verlängerungen 8B2 und 9B2 der Überhangabschnitte 8B und 9B des ersten und des zweiten Jochs 8 und 9 angeordnet. Das Hall-Effekt-Element 15 ist durch ein flexibles Substrat 12 auf der Verlängerung 8B2 des Überhangabschnitts 8B des ersten Jochs 8 befestigt. Das Hall-Effekt-Element 15 ist als ein Magneto-elektrisches Umwandlungselement ansprechend auf eine Drehung des Magneten 7 relativ zu dem ersten und dem zweiten Joch 8 und 9 wirksam, um eine Dichte eines magnetischen Flusses, der durch den Magneten 7 erzeugt wird und durch die Jochs 8 und 9 verläuft, zu erfassen, und um ein Ausgangssignal zu erzeugen, das die erfaßte Dichte des magnetischen Flusses anzeigt. Das Hall-Effekt-Element 15 erfäßt den magnetischen Fluß in einer Richtung, die im wesentlichen parallel zu der Achse X-X des Magneten, nämlich der Drehachse der Welle 4, und senkrecht zu magnetischen Kraftlinien, die zwischen dem Nordpol und dem Südpol erzeugt werden, ist. Das Ausgangssignal von dem Hall-Effekt-Element 15 ist proportional zu der erfaßten Dichte des magnetischen Flusses.

Das flexible Substrat 12 ist in einem Biegezustand in der Aufnahmekammer A des Gehäuses 1 angeordnet. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, umfaßt das flexible Substrat 12 drei Komponenten-Befestigungsabschnitte 12A und einen Verbindungsabschnitt 12C, der mit einem der Komponenten-Befestigungsabschnitte 12A verbunden ist. Drei Biegeabschnitte 12B sind zwischen den benachbarten Komponenten-Befestigungsabschnitten 12A und zwischen dem einen der Komponenten-Befestigungsabschnitte 12A und den Verbindungsabschnitten 12C angeordnet. Der Verbindungsabschnitt 12C befindet sich an einem Endabschnitt des flexiblen Substrats 12 und ist durch eine geeignete Befestigungseinrichtung, beispielsweise Löten, mit den Anschlußstiften 2 verbunden. Der Komponenten-Befestigungsabschnitt 12A, der an einem gegenüberliegenden Endabschnitt des flexiblen Substrats 12 angeordnet ist, ist auf dem Überhangabschnitt 8B des Jochs 8 plaziert und trägt das Hall-Effekt-Baulement 15. Die benachbarten zwei Komponenten-Befestigungsabschnitte 12A, die zwischen dem Komponenten-Befestigungsabschnitt 12A mit dem Hall-Effekt-Element 15 und dem Verbindungsabschnitt 12C angeordnet sind, liegen einander winkelig gegenüber, um im Schnitt eine allgemeine V-Form aufzuweisen, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Die benachbarten zwei Komponenten-Befestigungsabschnitte 12A, auf denen Schaltungselemente 13 angeordnet sind, weisen jeweils Signalverarbeitungsschaltungen auf. Die drei Biegeabschnitte 12B sind streifenartige Abschnitte, die im wesentlichen parallel zueinander sind. Das flexible Substrat 12 ist somit an den Biegeabschnitten 12B gebogen. Ein mittlerer der drei Biegeabschnitte 12B ist zwischen der Positionierungswand 1C und dem Verbinderschnitten 1E durch ein Hafmittel 14 auf der Zwischenwand 1B befestigt.

Der Betrieb des Drehwinkelsensors der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend bezugnehmend auf Fig. 6 erläutert. Fig. 6 zeigt verschiedene Stellungen des Magneten 7 in Zusammenhang mit der Drehung desselben. In Fig. 6 zeigt die anfängliche Stellung M1, daß der Magnet 7 in einer Anfangsstellung ist.

In dieser Stellung M1 befindet die Mitte der konvexen Oberfläche 7A des Magneten 7 an einem Mittelpunkt zwischen dem ersten Polstückabschnitt 8A und dem zweiten Polstückabschnitt 9A in der Umfangrichtung. Die Mitte der

konvexen Oberfläche 7A liegt auf der Linie X-Y, wie in Fig. 6 gezeigt ist. Eine positive Stellung M2 zeigt, daß sich der Magnet 7 im Uhrzeigersinn um einen Winkel von $+θ$ um die Achse X dreht, wobei die Mitte der konvexen Oberfläche 7A des Magneten 7 näher zu dem ersten Polstückabschnitt 8A bewegt ist. Eine negative Stellung M3 zeigt, daß sich der Magnet 7 gegen den Uhrzeigersinn um einen Winkel von $-θ$ um die Achse X dreht, wobei die Mitte der konvexen Oberfläche 7A des Magneten 7 näher zu dem zweiten Polstückabschnitt 9A bewegt ist. Der Drehwinkel $θ$ des Magneten 7, d. h. der Welle 4, kann als ein Öffnungsgrad des Drosselventils bestimmt werden, indem das Ausgangssignal, das von dem Hall-Effekt-Element 15 erzeugt wird, verwendet wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel liegt der Drehwinkel $θ$ des Magneten 7 in einem Bereich von -45° bis $+45^\circ$. Ein Drehwinkel $θ$ von $+45^\circ$ zeigt eine Voll-Drosselstellung an, in der ein Öffnungsgrad des Drosselventils maximal ist.

Wenn der Magnet 7 in der Anfangsstellung M1 plaziert ist, liegen die konvexe Oberfläche 7A, die den Nordpol besitzt, und die konvexe Oberfläche 7B, die den Südpol besitzt, den Leckfluß-Reduzierungsbaugliedern 11, die zwischen dem ersten und dem zweiten Polstückabschnitt 8A und 9A des ersten und des zweiten Jochs 8 und 9 angeordnet sind, gegenüber. Eine geringe Menge des magnetischen Flusses, der von dem Nordpol des Magneten 7 erzeugt wird, durchläuft das erste und das zweite Joch 8 und 9 und das Hall-Effekt-Element 15.

Wenn sich der Magnet 7 zusammen mit der Welle 4 im Uhrzeigersinn dreht und in der positiven Stellung M2 plaziert wird, liegt die konvexe Oberfläche 7A mit dem Nordpol teilweise der konkaven inneren Oberfläche 8A1 des ersten Polstückabschnitts 8A gegenüber, während die konvexe Oberfläche 7B des Südpols teilweise der konkaven inneren Oberfläche 9A1 des zweiten Polstückabschnitts 9A gegenüberliegt. Der magnetische Fluß, der durch den Magneten 7 erzeugt wird, wird durch den Bereich der konkaven inneren Oberfläche 8A1 des ersten Polstückabschnitts 8A, der der konvexen Oberfläche 7A des Magneten 7 gegenüberliegt, in das erste Joch 8 eingebracht. Der magnetische Fluß durchläuft dann das Hall-Effekt-Element 15 und das zweite Joch 9. Zu diesem Zeitpunkt erzeugt das Hall-Effekt-Element 15 ein positives Ausgangssignal, das proportional zu einer Dichte des magnetischen Flusses ist, der durch das erste und das zweite Joch 8 und 9 läuft.

Wenn sich der Magnet 7 gegen den Uhrzeigersinn dreht, um in der negativen Stellung M3 plaziert zu werden, liegt die konvexe Oberfläche 7A des Nordpols teilweise der konkaven inneren Oberfläche 9A1 des zweiten Polstückabschnitts 9A gegenüber, während die konvexe Oberfläche 7B mit dem Südpol teilweise der konkaven inneren Oberfläche 8A1 des ersten Polstückabschnitts 8A gegenüberliegt. Der magnetische Fluß, der durch den Magneten 7 erzeugt wird, wird durch den Bereich der konkaven inneren Oberfläche 9A1 des zweiten Polstückabschnitts 9A, der der konvexen Oberfläche 7A des Magneten 7 gegenüberliegt, in das zweite Joch 9 eingebracht. Der magnetische Fluß läuft dann durch das Hall-Effekt-Element 15 und das erste Joch 8. In diesem Fall ist die Richtung des magnetischen Flusses umgekehrt zu der des erstgenannten Falls. Das Hall-Effekt-Element 15 erzeugt ein negatives Ausgangssignal, das proportional zu einer Dichte des magnetischen Flusses, der durch das erste und das zweite Joch 8 und 9 läuft, ist.

Mit der Anordnung der Leckfluß-Reduzierungsbauglieder 11 zwischen dem Polstückabschnitt 8A des ersten Jochs 8 und dem Polstückabschnitt 9A des zweiten Jochs 9 kann die Leckage des magnetischen Flusses zwischen den Polstückabschnitten 8A und 9A verglichen mit den herkömm-

lich vorgeschlagenen Polstückabschnitten, die entlang im wesentlichen des gesamten Umlangs des Magneten angeordnet sind, reduziert sein. Der magnetische Fluß, der durch den Magneten 7 erzeugt wird, wie durch die Pfeile F in Fig. 5 gezeigt ist, kann durch die Leckfluß-Reduzierungsbaulemente 11 bezüglich eines umfangsmäßigen Verlaufens zwischen den Polstückabschnitten 8A und 9A des ersten und des zweiten Jochs 8 und 9 beschränkt werden. Speziell kann der magnetische Fluß, der von den umfangsmäßig gegenüberliegenden Enden von jedem der Polstückabschnitte 8A und 9A entweicht, reduziert werden. Aufgrund der Reduzierung des Leckflusses kann eine ausreichende Menge des magnetischen Flusses durch die Überhangabschnitte 8B und 9B des ersten und des zweiten Jochs 8 und 9 in das Hall-Effekt-Element 15 eingebracht werden. Das Hall-Effekt-Element 15 wird durch ein äußeres magnetisches Feld weniger beeinflußt, weshalb das Signal/Rausch-Verhältnis verbessert ist. Dies kann die Empfindlichkeit des Hall-Effekt-Elements 15 bei einer Erfassung des Drehwinkels Θ des Magneten 7 erhöhen, wodurch das Verhalten des Drehwinkelsensors verbessert ist.

Ferner besitzen das erste und das zweite Joch 8 und 9 eine einfache Konfiguration, bei der die Überhangabschnitte 8B und 9B relativ zu den Polstückabschnitten 8A und 9A an ihnen sich umfangsmäßig erstreckenden Rändern gebogen sind, wobei die Polstückabschnitte 8A und 9A mit den entsprechenden Überhangabschnitten 8B und 9B verbunden sind.

Da die Verlängerung 8B2 des Überhangabschnitts 8B des ersten Jochs 8 und die Verlängerung 9B2 des Überhangabschnitts 9B des zweiten Jochs 9 überdies im wesentlichen die gleiche Oberflächen-Fläche aufweisen und mit dem Zwischenraum 10 zueinander ausgerichtet sind, kann verhindert werden, daß der magnetische Fluß, der durch den Magneten 7 erzeugt wird, lokal konzentriert durch den Zwischenraum 10 verläuft. Magnetische Flußlinien können daher im wesentlichen parallel zueinander durch den Zwischenraum 10, in dem das Hall-Effekt-Element 15 angeordnet ist, verlaufen. Dies kann Fehler bei der Erfassung des magnetischen Flusses durch das Hall-Effekt-Element 15 reduzieren.

Überdies ist, wie oben erklärt wurde, der vorbestimmte Winkel α_2 , in dem sich jede der konkaven inneren Oberflächen 8A1 und 9A1 des ersten und des zweiten Polstückabschnitts 8A und 9A umfangsmäßig um die Achse X-X des Magneten 7 erstreckt, im wesentlichen gleich zu dem vorbestimmten Winkel α_1 , mit dem sich jede der konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 umfangsmäßig um die Achse X-X erstreckt. Bei dieser Anordnung kann der Bereich der konkaven inneren Oberfläche 8A1, der der konvexen Oberfläche 7A gegenüberliegt, und der Bereich der konkaven inneren Oberfläche 9A1, der der konvexen Oberfläche 7A gegenüberliegt, im wesentlichen gleich sein. Bei einer Drehung des Magneten 7 im Uhrzeigersinn und gegen den Uhrzeigersinn ändert sich jeder der Bereiche der konkaven inneren Oberflächen 8A1 und 9A1, die der konvexen Oberfläche 7A gegenüberliegen, entsprechend dem Drehwinkel Θ des Magneten 7. Eine Dichte des magnetischen Flusses, der durch jedes des ersten und des zweiten Jochs 8 und 9 läuft, ändert sich daher entsprechend dem Drehwinkel Θ des Magneten 7. Diese Anordnung dient zur Verbesserung der Genauigkeit der Erfassung der Dichte des magnetischen Flusses durch das Hall-Effekt-Element 15.

Ferner kann die Positionierung des Hall-Effekt-Elements 15 in dem Zwischenraum 10 zwischen den Überhangabschnitten 8B und 9B der Jochs 8 und 9 ohne weiteres durch die Verwendung des flexiblen Substrats 12 bewerkstelligt werden. Das flexible Substrat 12, das das Hall-Effekt-Ele-

ment 15 befestigt, ist in dem Zwischenraum 10 angeordnet. Das flexible Substrat 12, an dem ferner Signalverarbeitungsschaltungselemente 13 befestigt sind, kann in einem begrenzten Raum des Gehäuses 1 angeordnet sein, indem das selbe an den Biegeabschnitten 12b gebogen ist. Diese Anordnung des flexiblen Substrats 12 dient dazu, die Größe des Gehäuses 1 zu reduzieren.

Wie oben beschrieben wurde, besitzt der Drehwinkelsensor der vorliegenden Erfindung eine einfache Struktur, bei der der Magnet 7 und die zwei Jochs 8 und 9 einen Magnetkreis bilden, während das Hall-Effekt-Element 15 in dem Magnetkreis angeordnet ist. Verglichen mit dem früher vorgeschlagenen Drehwinkelsensor kann der Drehwinkelsensor der vorliegenden Erfindung eine reduzierte Anzahl von Komponenten und eine reduzierte Gesamtgröße aufweisen, was zu Kosteneinsparungen beiträgt.

Bezugnehmend auf Fig. 7 wird nun eine Beziehung zwischen dem Drehwinkel Θ und dem Ausgangssignal, das von dem Hall-Effekt-Element 15 erzeugt wird, erklärt.

Bezugnehmend auf Fig. 7 ist eine Hysterese des Ausgangssignals, die von dem Hall-Effekt-Element 15 ansprechend auf eine Änderung des Drehwinkels Θ bei dem obigen ersten Ausführungsbeispiel erzeugt wird, durch Kurven b1 und b2 gezeigt, während eine Hysterese desselben bei einem weniger bevorzugten Ausführungsbeispiel durch Kurven a1 und a2 gezeigt ist. Die Kurven a1 und b1 zeigen die Ausgangssignale, die erzeugt werden, wenn sich der Drehwinkel Θ bei einer Drehung der Welle 4 im Uhrzeigersinn von $-\Theta$ zu $+\Theta$ ändert. Die Kurven a2 und b2 zeigen die Ausgangssignale, die erzeugt werden, wenn sich der Drehwinkel Θ bei einer Drehung der Welle 4 gegen den Uhrzeigersinn von $+ \Theta$ zu $-\Theta$ ändert. Bei dem ersten oben beschriebenen Ausführungsbeispiel besteht der Magnet 7 aus einem Permanentmagnetmaterial mit einem maximalen Energieprodukt von nicht mehr als 20×10^6 Gauss-Oersted (Oe), während das erste und das zweite Joch 8 und 9 aus einem magnetischen Material bestehen, das eine Koerzitivkraft von nicht mehr als einem Oersted (Oe) besitzt. Bei dem weniger bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht der Magnet 7 aus einem Permanentmagnetmaterial mit einem Energieprodukt, das größer ist als das des ersten Ausführungsbeispiels, während das erste und das zweite Joch 8 und 9 aus einem magnetischen Material mit einer Koerzitivkraft, die größer ist als die des ersten Ausführungsbeispiels, bestehen. Wie aus Fig. 7 zu sehen ist, zeigt das Ausgangssignal des ersten Ausführungsbeispiels eine besser gesteuerte Hysterese verglichen mit der Hysterese des Ausgangssignals bei dem weniger bevorzugten Ausführungsbeispiel. Der Unterschied des Ausgangssignals zwischen den Kurven b1 und b2 des ersten Ausführungsbeispiels ist nämlich geringer als der Unterschied zwischen den Kurven a1 und a2 des weniger bevorzugten Ausführungsbeispiels. Die Hysterese bei dem weniger bevorzugten Ausführungsbeispiel tritt aufgrund eines größeren Betrags des restlichen magnetischen Flusses, der in den Jochen 8 und 9 verbleibt, nachdem sich der Magnet 7 von den Jochen 8 und 9 weg bewegt hat, auf. Bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist der restliche magnetische Fluß in den Jochen 8 und 9 reduziert, wobei der magnetische Fluß, der durch den Magneten 7 erzeugt wird, geringer ist, so daß die Hysterese des Ausgangssignals mit dem kleineren Abstand zwischen den Kurven b1 und b2 besser gesteuert ist. Dies kann eine Schwankung des Ausgangssignals unterdrücken, wodurch die Zuverlässigkeit des Drehwinkelsensors verbessert sein kann.

Bezugnehmend auf die Fig. 8 und 9 wird nun das zweite bevorzugte Ausführungsbeispiel des Drehwinkelsensors erklärt. Das zweite Ausführungsbeispiel ist ähnlich dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel mit Ausnahme

der Konfiguration der Überhangabschnitte des ersten und des zweiten Jochs. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Teile, weshalb eine detaillierte Erklärung derselben weggelassen ist.

Wie in den Fig. 8 und 9 gezeigt ist, umfaßt der Drehwinkelsensor des zweiten Ausführungsbeispiels ein erstes Joch 21 und ein zweites Joch 22, die um den Magneten 7 angeordnet sind. Das erste Joch 21 umfaßt einen ersten Polstückabschnitt 21A, der allgemein bogensförmig ausgebildet ist und der konvexen Oberfläche 7A des Magneten 7 radial gegenüberliegt. Der erste Polstückabschnitt 21A besitzt einen vorbestimmten Krümmungsradius bezüglich der Achse X-X des Magneten 7. Der erste Polstückabschnitt 21A umfaßt eine konkave innere Oberfläche 21A1, die konzentrisch zu den konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 und beabstandet von denselben angeordnet ist, um einen vorbestimmten Zwischenraum zwischen denselben zu definieren. Die konkave innere Oberfläche 21A1 erstreckt sich in einem vorbestimmten Winkel, von beispielsweise näherungsweise 90°, umfangsmäßig um die Achse X-X des Magneten 7. Die konkave innere Oberfläche 21A1 kommt während einer Drehung des Magneten 7 in eine zu jeder der konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 gegenüberliegende Stellung. Das erste Joch 21 umfaßt ferner einen ersten Überhangabschnitt 21B, der in eine allgemein sektorförmige planare Platte ausgebildet ist. Der erste Überhangabschnitt 21B erstreckt sich von einem axialen Ende des ersten Polstückabschnitts 21A über die Achse X-X des Magneten 7 winkelig und radial nach innen. Der erste Überhangabschnitt 21B liegt dem Magneten 7 in der Richtung der Achse X-X des Magneten 7 gegenüber. Wie in Fig. 9 gezeigt ist, ist der erste Überhangabschnitt 21B in eine sektorförmige Form konfiguriert, mit einem Mittelpunkt, der jenseits der Achse X-X des Magneten 7 angeordnet ist. Der erste Überhangabschnitt 21B ist somit als ein Teil vorgesehen, das sich von dem Überhangabschnitt 8B des ersten Jochs 8 des ersten Ausführungsbeispiels, das durch den sektorförmigen Verbindungsabschnitt 8B1 und die rechteckige Verlängerung 8B2 gebildet ist, unterscheidet.

Ähnlich zu dem ersten Joch 21 umfaßt das zweite Joch 22 einen zweiten Polstückabschnitt 22A mit einer allgemein bogensförmigen Form und einen zweiten Überhangabschnitt 22B, der eine allgemein sektorförmige Form aufweist. Der zweite Polstückabschnitt 22A ist in einer konzentrisch und radial gegenüberliegenden Beziehung zu dem Magneten 7 angeordnet. Der zweite Polstückabschnitt 22A liegt dem ersten Polstückabschnitt 21A diametral gegenüber. Der zweite Polstückabschnitt 22A umfaßt eine konkave innere Oberfläche 22A1, die von den konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 beabstandet ist, um einen vorbestimmten Zwischenraum zwischen denselben zu definieren. Die konkave innere Oberfläche 22A1 erstreckt sich in einem vorbestimmten Winkel, beispielsweise näherungsweise 90°, umfangsmäßig um die Achse X-X des Magneten 7. Die konkave innere Oberfläche 22A1 gelangt während einer Drehung des Magneten 7 in eine zu jeder der konvexen Oberflächen 7A und 7B des Magneten 7 gegenüberliegende Stellung. Der zweite Polstückabschnitt 22A erstreckt sich entlang der Achse X-X des Magneten 7 weiter zu der Abdeckung 18 als der erste Polstückabschnitt 21A. Der zweite Überhangabschnitt 22B erstreckt sich von einem axialen Ende des zweiten Polstückabschnitts 22A über die Achse X-X des Magneten 7 winkelig und radial nach innen. Der sektorförmige zweite Überhangabschnitt 22B besitzt einen Mittelpunkt, der sich jenseits der Achse X-X des Magneten 7 befindet, ebenso wie der erste Überhangabschnitt 21B. Der zweite Überhangabschnitt 22B liegt dem Magneten 7 und dem ersten Überhangabschnitt 21B in der Richtung der

Achse X-X des Magneten 7 gegenüber. Der zweite Überhangabschnitt 22B ist von dem ersten Überhangabschnitt 21B beabstandet, um einen Zwischenraum 23 zwischen denselben zu definieren, indem das Hall-Effekt-Element 15 angeordnet ist. Speziell ist das Hall-Effekt-Element 15 an einem hexagonalen Abschnitt des ersten Überhangabschnitts 21B angebracht, der einem hexagonalen Abschnitt des zweiten Überhangabschnitts 22B gegenüberliegt, wie in Fig. 9 gezeigt ist.

Das zweite Ausführungsbeispiel kann im wesentlichen die gleiche Wirkung herbeiführen wie das oben beschriebene erste Ausführungsbeispiel.

Das oben beschriebene erste und das oben beschriebene zweite Ausführungsbeispiel zeigen die Anordnung, bei der die drehbare Welle 4 in dem Gehäuse 1 angeordnet ist. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsbeispiele begrenzt und kann auf eine andere Anordnung angewendet werden. Eine derartige Anordnung besteht beispielsweise darin, daß eine Welle eines Drosselventils in einem Gehäuse angeordnet ist, das einen Drosselkörper und einen Gehäuseabschnitt, der mit dem Drosselkörper verbunden ist, aufweist. Ein Magnet ist an der Welle des Drosselventils befestigt, wobei Joch und ein Hall-Effekt-Element in dem Gehäuseabschnitt angeordnet sind.

Ferner können zwei Hall-Effekt-Elemente in dem Zwischenraum 10 bzw. 23 angeordnet sein. Eine solche Anordnung kann die Zuverlässigkeit in einem Fall, in dem ein Fehler in einem der zwei Hall-Effekt-Elemente auftritt, erhöhen.

Patentansprüche

1. Drehwinkelsensor mit folgenden Merkmalen:
einem Magneten (7) mit einer Achse (X), der um die Achse (X) drehbar ist;
einem ersten Joch (8; 21), das um den Magneten (7) angeordnet ist, wobei das erste Joch (8; 21) einen ersten Polstückabschnitt (8A; 21A), der dem Magneten (7) radial gegenüberliegt, und einen ersten Überhangabschnitt (8B; 21B) aufweist, der sich von dem ersten Polstückabschnitt (8A; 21A) über die Achse (X) des Magneten (7) radial nach innen erstreckt;
einem zweiten Joch (9; 22), das um den Magneten (7) angeordnet ist, wobei das zweite Joch (9; 22) mit dem Magneten (7) und dem ersten Joch (8; 21) zusammenwirkt, um einen Magnetkreis zu bilden, wobei das zweite Joch (9; 22) einen zweiten Polstückabschnitt (9A; 22A), der dem Magneten (7) radial gegenüberliegt und dem ersten Polstückabschnitt (8A; 21A) diametral gegenüberliegt, und einen zweiten Überhangabschnitt (9B; 22B) aufweist, der sich von dem zweiten Polstückabschnitt (9A; 22A) über die Achse (X) des Magneten (7) radial nach innen erstreckt, wobei der zweite Überhangabschnitt (9B; 22B) dem ersten Überhangabschnitt (8B; 21B) in einer Richtung der Achse (X) des Magneten (7) gegenüberliegt; und
einer Signalerzeugungsvorrichtung (15), die ansprechend auf eine Drehung des Magneten (7) relativ zu dem ersten und dem zweiten Joch (8; 9; 21, 22) wirksam ist, um eine Dichte eines magnetischen Flusses, der durch den Magneten (7) erzeugt wird und durch das erste und das zweite Joch (8; 9; 21, 22) läuft, zu erfassen und ein Ausgangssignal zu erzeugen, das die erfaßte Dichte des magnetischen Flusses anzeigt, wobei die Signalerzeugungsvorrichtung (15) zwischen dem ersten und dem zweiten Überhangabschnitt (8B; 9B; 21B; 22B) angeordnet ist.
2. Drehwinkelsensor nach Anspruch 1, bei dem der er-

ste und der zweite Überhangabschnitt (21B, 22B) des ersten und des zweiten Jochs (21, 22) allgemein sektorförmig sind.

3. Drehwinkelsensor nach Anspruch 1, bei dem der erste Überhangabschnitt (8B) des ersten Jochs (8) einen ersten sektorförmigen Verbindungsabschnitt (8B1), der mit dem ersten Polstückabschnitt (8A) verbunden ist, und eine erste Verlängerung (8B2), die mit dem ersten sektorförmigen Verbindungsabschnitt (8B1) verbunden ist und sich über die Achse (X) des Magneten (7) erstreckt, aufweist, und wobei der zweite Überhangabschnitt (9B) des zweiten Jochs (9) einen zweiten sektorförmigen Verbindungsabschnitt (9B1), der mit dem zweiten Polstückabschnitt (9A) verbunden ist, und eine zweite Verlängerung (9B2), die mit dem zweiten sektorförmigen Verbindungsabschnitt (9B1) verbunden ist und sich über die erste Verlängerung (8B2) erstreckt, um einen Zwischenraum (10) zwischen denselben zu definieren, in dem die Signalverarbeitungsvorrichtung (15) angeordnet ist, aufweist, wobei die erste und die zweite Verlängerung (8B2, 9B2) des ersten und des zweiten Überhangabschnitts (8B, 9B) im wesentlichen die gleiche Oberflächen-Fläche aufweisen.

4. Drehwinkelsensor nach Anspruch 3, bei dem die erste und die zweite Verlängerung (8B2, 9B2) des ersten und des zweiten Überhangabschnitts (8B, 9B) in der Richtung der Achse (X) des Magneten (7) ausgerichtet sind.

5. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Magnet diametral gegenüberliegende und sich umfangsmäßig erstreckende konvexe Oberflächen (7A, 7B), die unterschiedliche Magnetpole besitzen, aufweist, wobei der erste und der zweite Polstückabschnitt (8A, 9A; 21A, 22A) sich umfangsmäßig erstreckende konkave Oberflächen (8A1, 9A1; 21A1, 22A1), die den konvexen Oberflächen (7A, 7B) des Magneten (7) gegenüberliegen, aufweisen.

6. Drehwinkelsensor nach Anspruch 5, bei dem sich die konvexen Oberflächen (7A, 7B) des Magneten (7) in einem ersten vorbestimmten Winkel (α_1) um die Achse (X) erstrecken.

7. Drehwinkelsensor nach Anspruch 6, bei dem der erste vorbestimmte Winkel (α_1) in einem Bereich von 70 bis 120° liegt.

8. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem sich der erste und der zweite Polstückabschnitt (8A, 9A; 21A, 22A) des ersten und des zweiten Jochs (8, 9; 21, 22) in einem zweiten vorbestimmten Winkel (α_2) um die Achse (X) des Magneten (7) erstrecken.

9. Drehwinkelsensor nach Anspruch 8, bei dem der zweite vorbestimmte Winkel (α_2) im wesentlichen gleich dem ersten vorbestimmten Winkel (α_1) ist.

10. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Signalerzeugungsvorrichtung (15) ein magnetoelektrisches Umwandlungselement ist.

11. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, der ferner ein flexibles Substrat (12), auf dem die Signalerzeugungsvorrichtung (15) angebracht ist, und ein Gehäuse (1) aufweist, das den Magneten (7), das erste und das zweite Joch (8, 9; 21, 22), die Signalerzeugungsvorrichtung (15) und das flexible Substrat (12) einschließt, wobei das flexible Substrat (12) in einem Biegezustand in dem Gehäuse (1) angeordnet ist.

12. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem das erste und das zweite Joch (8, 9; 21, 22) aus einem magnetischen Material bestehen, das eine Koerzitivkraft aufweist, die nicht größer als 1 Oersted

ist, und bei dem der Magnet (7) aus einem Permanentmagnetmaterial besteht, das ein maximales Energieprodukt von nicht mehr als 20×10^6 Gauss-Oersted aufweist.

13. Drehwinkelsensor mit folgenden Merkmalen: einem Magneten (7) mit einer Achse (X), der um die Achse (X) drehbar ist; einem ersten Joch (8), das um den Magneten (7) angeordnet ist, wobei das erste Joch (8) einen ersten Polstückabschnitt (8A), der dem Magneten radial gegenüberliegt, und einen ersten Überhangabschnitt (8B), der sich von dem ersten Polstückabschnitt (8A) über die Achse (X) des Magneten (7) radial nach innen erstreckt, aufweist;

einem zweiten Joch (9), das um den Magneten (7) angeordnet ist, wobei das zweite Joch (9) einen zweiten Polstückabschnitt (9A), der dem Magneten (7) radial gegenüberliegt und dem ersten Polstückabschnitt (8A) diametral gegenüberliegt, und einen zweiten Überhangabschnitt (9B) aufweist, der sich von dem zweiten Polstückabschnitt (9A) über die Achse (X) des Magneten (7) radial nach innen erstreckt, wobei der zweite Überhangabschnitt (9B) dem ersten Überhangabschnitt (8B) in einer Richtung der Achse (X) des Magneten (7) gegenüberliegt;

einer Signalerzeugungsvorrichtung (15), die ansprechend auf eine Drehung des Magneten relativ zu dem ersten und dem zweiten Joch (8, 9) wirksam ist, um eine Dichte eines magnetischen Flusses, der durch den Magneten (7) erzeugt wird und durch das erste und das zweite Joch (8, 9) läuft, zu erfassen, und ein Ausgangssignal zu erzeugen, das die erfasste Dichte des magnetischen Flusses anzeigt, wobei die Signalerzeugungsvorrichtung (15) zwischen dem ersten und dem zweiten Überhangabschnitt (8B, 9B) angeordnet ist; und

Leckfluß-Reduzierungsbaugliedern (11), die konfiguriert sind, um einen umfangsmäßigen Leckfluß zwischen dem ersten und dem zweiten Polstückabschnitt (8A, 9A) zu reduzieren.

14. Drehwinkelsensor nach Anspruch 13, bei dem sich die Leckfluß-Reduzierungsbauglieder (11) umfangsmäßig zwischen dem ersten und dem zweiten Polstückabschnitt (8A, 9A) in einem vorbestimmten Winkel (α_3) um die Achse (X) des Magneten (7) erstrecken.

15. Drehwinkelsensor nach Anspruch 14, bei dem der vorbestimmte Winkel (α_3) in einem Bereich von 50 bis 130° liegt.

16. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 13 bis 15, bei dem der erste und der zweite Überhangabschnitt (21B, 22B) des ersten und des zweiten Jochs (21, 22) allgemein sektorförmig sind.

17. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 13 bis 15, bei dem der erste Überhangabschnitt (8B) des ersten Jochs (8) einen ersten sektorförmigen Verbindungsabschnitt (8B1), der mit dem ersten Polstückabschnitt (8A) verbunden ist, und eine erste Verlängerung (8B2), die mit dem ersten sektorförmigen Verbindungsabschnitt (8B1) verbunden ist und sich über die Achse (X) des Magneten (7) erstreckt, aufweist, und bei dem der zweite Überhangabschnitt (9B) des zweiten Jochs (9) einen zweiten sektorförmigen Verbindungsabschnitt (9B1), der mit dem zweiten Polstückabschnitt (9A) verbunden ist, und eine zweite Verlängerung (9B2), die mit dem zweiten sektorförmigen Verbindungsabschnitt (9B1) verbunden ist und sich über die erste Verlängerung (8B2) erstreckt, um einen Zwischenraum (10) zwischen denselben zu definieren, in dem die Signalerzeugungsvorrichtung (15) angeordnet ist.

net ist, aufweist, wobei die erste und die zweite Verlängerung (8B2, 9B2) des ersten und des zweiten Überhangabschnitts (8B, 9B) im wesentlichen die gleiche Oberflächen-Fläche aufweisen.

18. Drehwinkelsensor nach Anspruch 17, bei dem die 5
erste und die zweite Verlängerung (8B2, 9B2) des ersten und des zweiten Überhangabschnitts (8B, 9B) in der Richtung der Achse (X) des Magneten (7) ausgerichtet sind.

19. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 13 10
bis 18, bei dem der Magnet (7) diametral gegenüberliegende und sich umfangsmäßig erstreckende konvexe Oberflächen (7A, 7B) mit unterschiedlichen Magnetpolen aufweist, wobei der erste und der zweite Polstückabschnitt (8A, 9A; 21A, 22A) sich umfangsmäßig 15
erstreckende konkave Oberflächen (8A1, 9A1; 21A1, 22A1) aufweisen, die den konvexen Oberflächen (7A, 7B) des Magneten (7) gegenüberliegen.

20. Drehwinkelsensor nach Anspruch 19, bei dem sich 20
die konvexen Oberflächen (7A, 7B) des Magneten (7) in einem zweiten vorbestimmten Winkel (α_1) um die Achse (X) erstrecken.

21. Drehwinkelsensor nach Anspruch 20, bei dem der zweite vorbestimmte Winkel (α_1) in einem Bereich von 25
70 bis 120° liegt.

22. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 13 30
bis 21, bei dem der erste und der zweite Polstückabschnitt (8A, 9A; 21A, 22A) des ersten und des zweiten Jochs (8, 9; 21, 22) sich in einem dritten vorbestimmten Winkel (α_2) um die Achse (X) des Magneten (7) erstrecken.

23. Drehwinkelsensor nach Anspruch 22, bei dem der dritte vorbestimmte Winkel (α_2) im wesentlichen gleich dem zweiten vorbestimmten Winkel (α_1) ist.

24. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 13 35
bis 23, bei dem die Signalerzeugungsvorrichtung (15) ein magneto-elektrisches Umwandlungselement ist.

25. Drehwinkelsensor nach Anspruch 13, der ferner ein flexibles Substrat (12), an dem die Signalerzeugungsvorrichtung (15) angebracht ist, und ein Gehäuse 40
aufweist, das den Magneten (7), das erste und das zweite Joch (8, 9), die Signalerzeugungsvorrichtung (15) und das flexible Substrat (12) einschließt, wobei das flexible Substrat (12) in einem Biegezustand in dem Gehäuse (1) angeordnet ist.

26. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 13 45
bis 25, bei dem das erste und das zweite Joch (8, 9; 21, 22) aus einem magnetischen Material bestehen, das eine Koerzitivkraft von nicht mehr als einem Oersted aufweist, wobei der Magnet (7) aus einem Permanenter-magnetmaterial besteht, das ein maximales Energieprodukt von nicht mehr als 20×10^6 Gauss-Oersted aufweist.

27. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 13 50
bis 26, bei dem die Leckfluß-Reduzierungsbauglieder (11) aus einem nicht-magnetischen Material bestehen.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

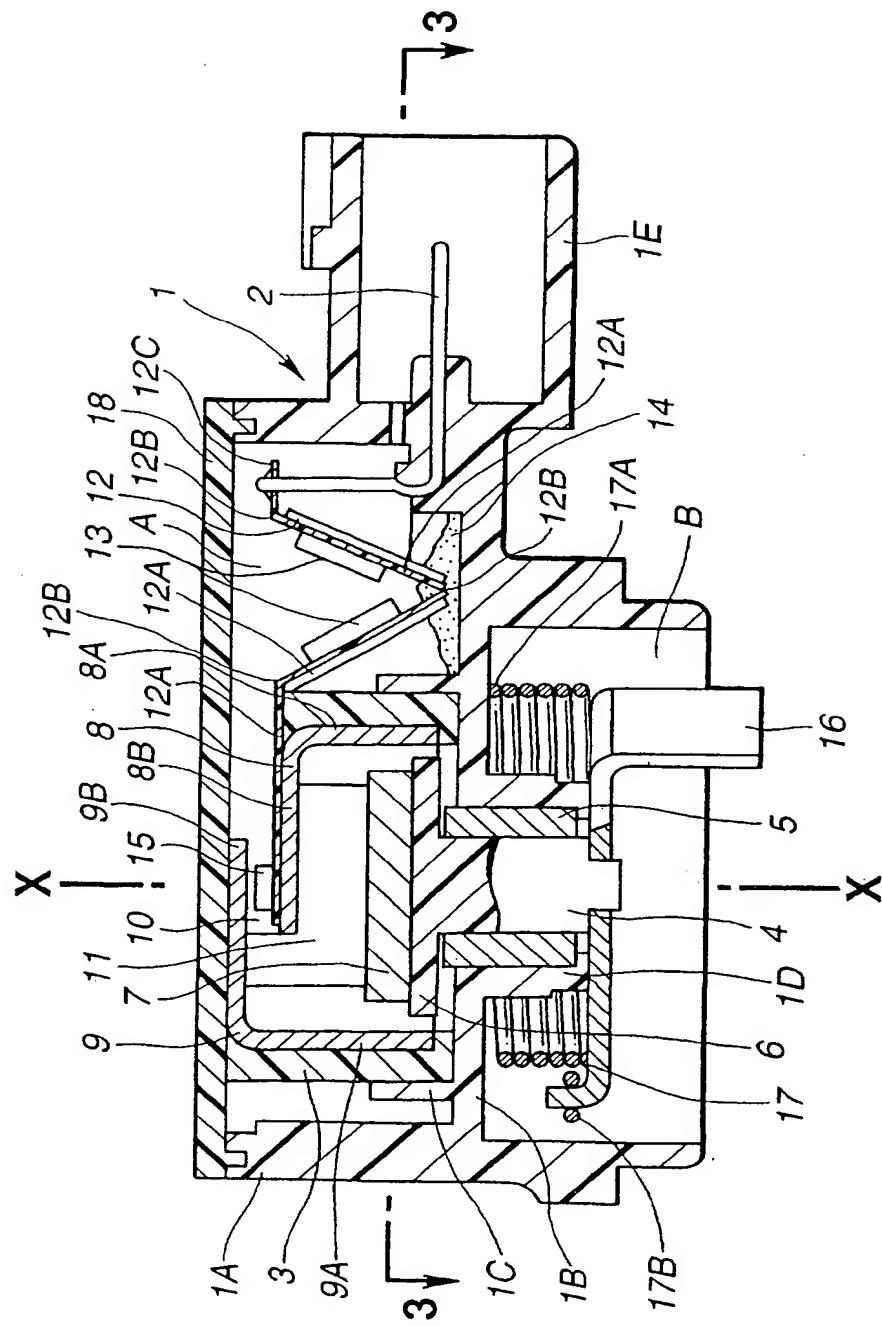
FIG.1

FIG.2

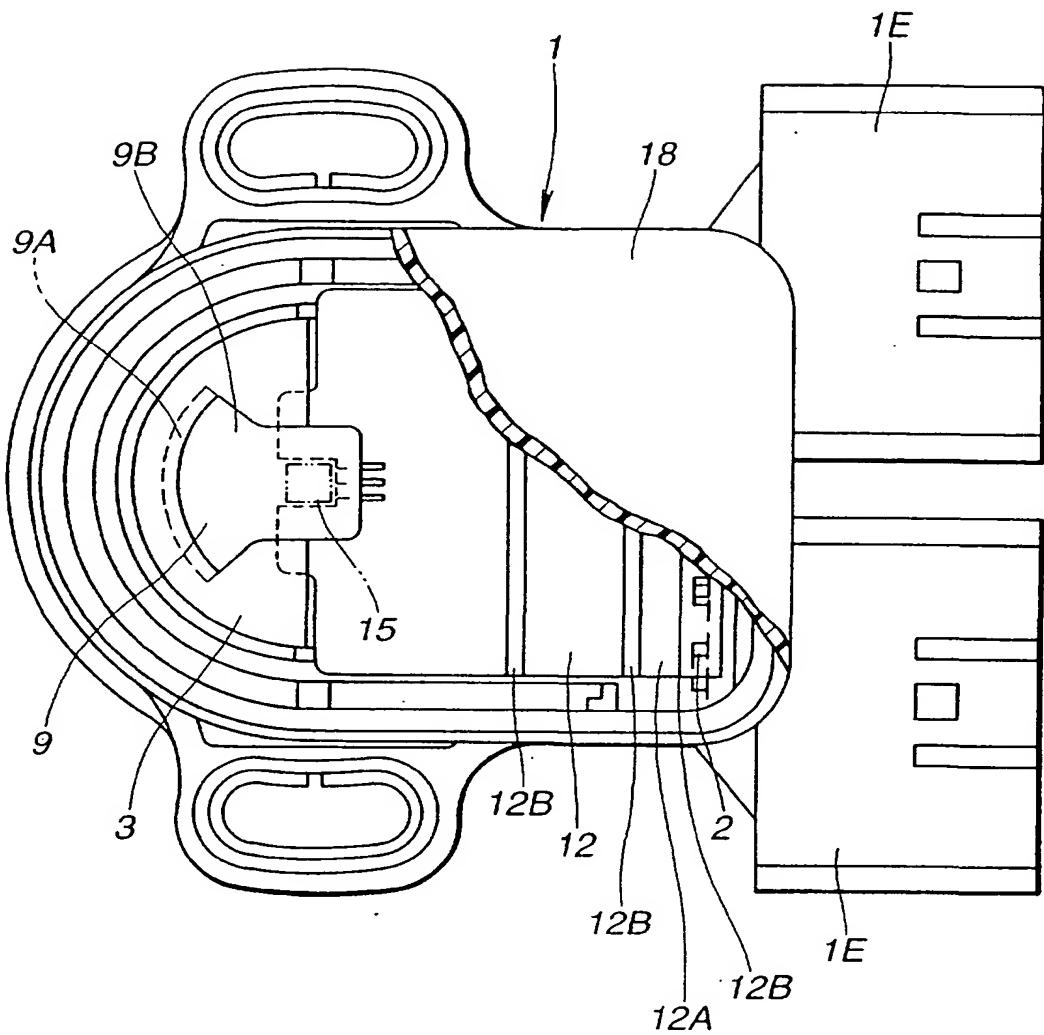


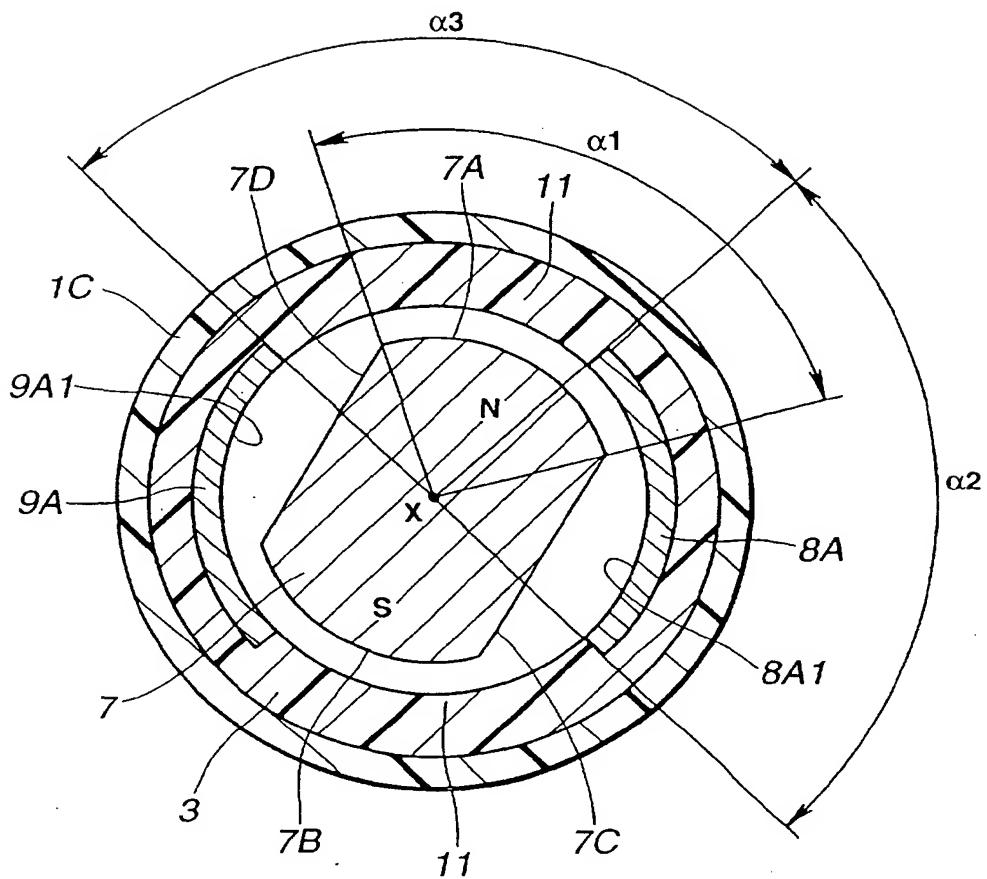
FIG.3

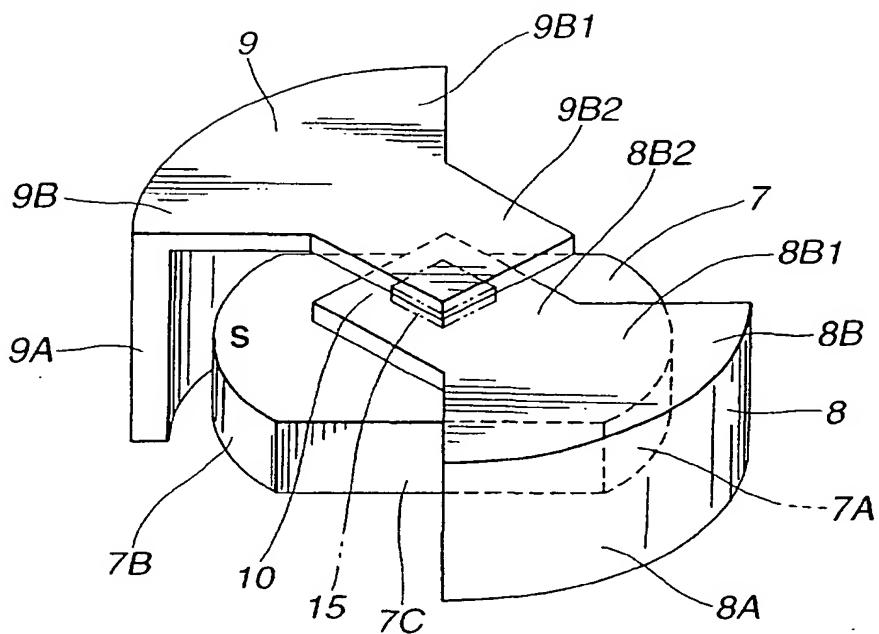
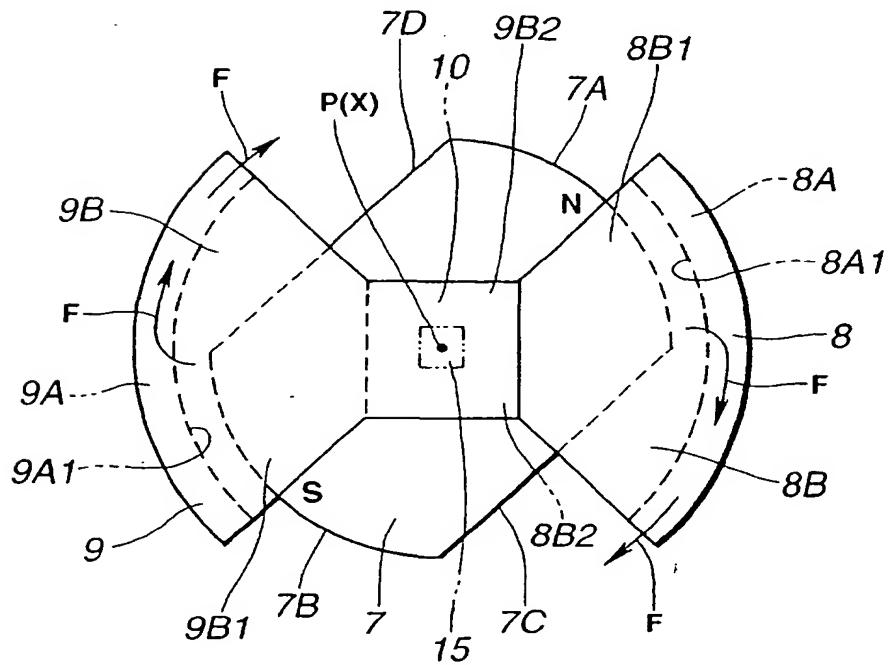
FIG.4**FIG.5**

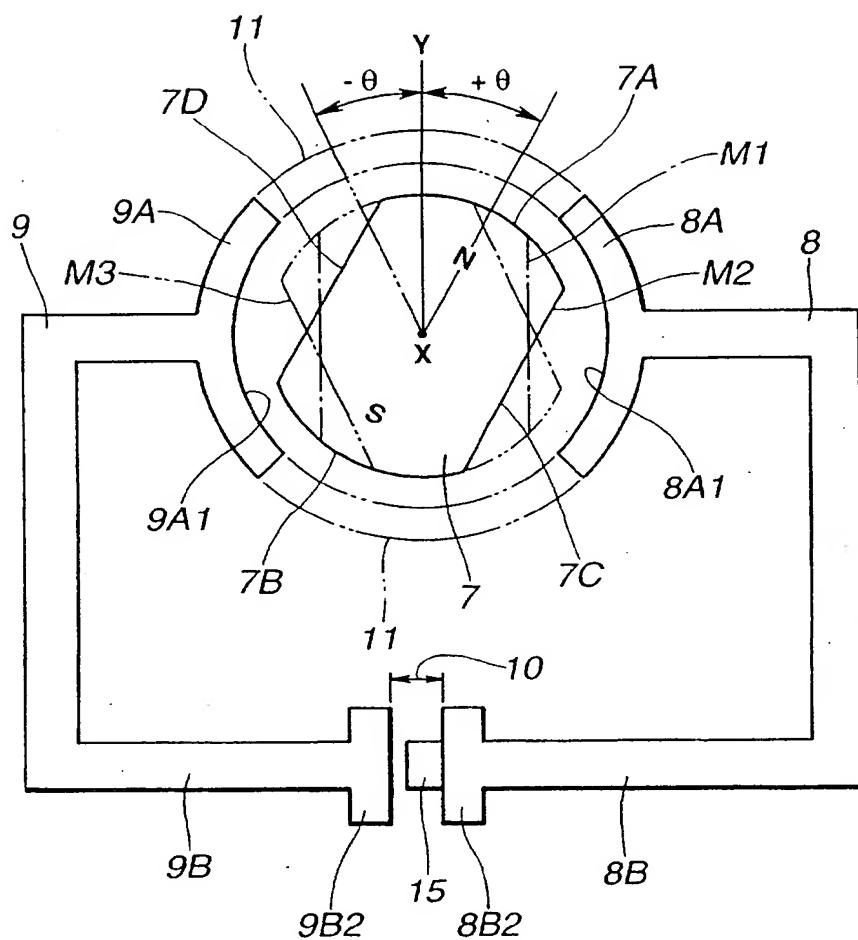
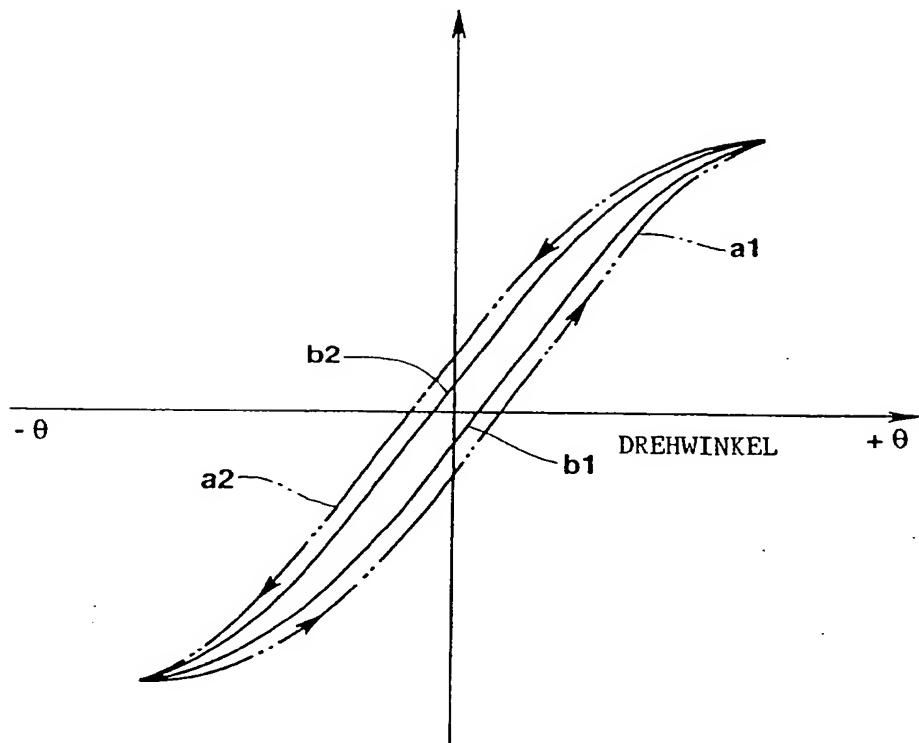
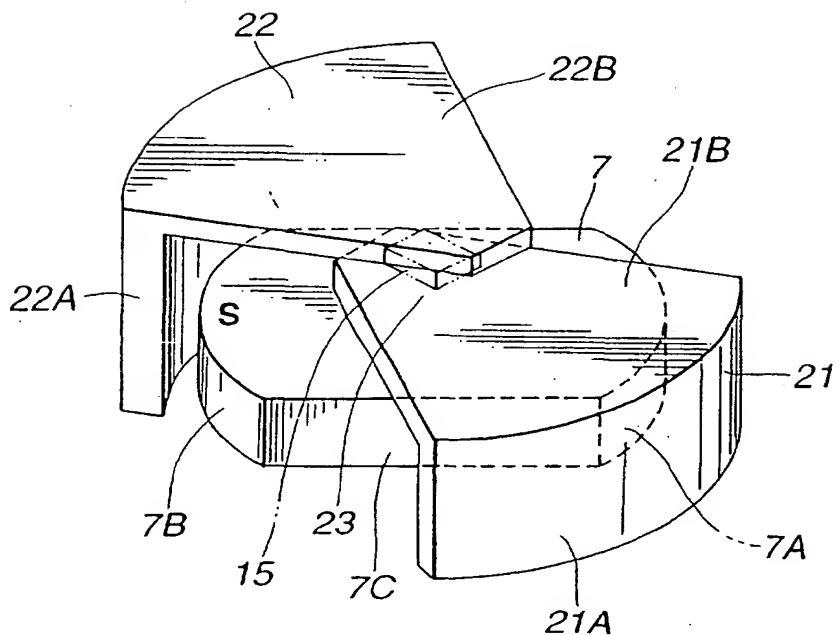
FIG.6

FIG. 7

**FIG.8****FIG.9**